

PAT-NO: JP358211106A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 58211106 A  
TITLE: FORMATION OF WAVEGUIDE  
PUBN-DATE: December 8, 1983

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
SAWAKI, IPPEI  
KIYONO, MINORU  
NAKAJIMA, HIROKI

ASSIGNEE-INFORMATION:	
NAME	COUNTRY
FUJITSU LTD	N/A

APPL-NO: JP57093892  
APPL-DATE: June 1, 1982

INT-CL (IPC): G02B005/172  
US-CL-CURRENT: 65/386, 65/390

ABSTRACT:

PURPOSE: To prevent the diffusion of a diffusion source and LiO to the outside in thermal diffusion and to obtain an excellent waveguide by forming a diffusion source film of a desired shape and an insulation film for buffer covering the film on an  $\text{LiNbO}_3$  substrate then heat treating the substrate to diffuse the diffusion source in the substrate.

CONSTITUTION: A diffusion source film 2 is formed on an  $\text{LiNbO}_3$  substrate 1 by a sputtering method of Ti or  $\text{TiO}_2$

or the like. After an  $\text{SiO}_2$  film 3 is formed on the film 2, a resist pattern of a desired shape is formed thereon and with the resist film as a mask, the films 2, 3 are etched and patterned. The resist film is removed, and the substrate is heat-treated, for example, for 5hr at  $1,040^\circ\text{C}$  in air to diffuse Ti in the substrate 1, thereby forming a waveguide. Good results are obtained if the entry of impurities from the outside and the diffusion of  $\text{Li}_2\text{O}$  from the substrate 1 to the outside are prevented and the characteristics of the waveguide are improved by forming the Ti film 2 on the substrate in a patterned shape, and covering the entire part of the substrate 1 and the film 2 with the  $\text{SiO}_2$  film 3 then heat treating the substrate. The excellent waveguide is thus formed without stripping off the Ti and  $\text{TiO}_2$  patterns from the substrate during the heat treatment.

COPYRIGHT: (C)1983,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭58—211106

⑮ Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 02 B 5/172

識別記号

庁内整理番号  
8106—2H

⑬ 公開 昭和58年(1983)12月 8 日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 3 頁)

⑭ 導波路形成方法

川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

⑯ 特 願 昭57—93892

⑰ 発 明 者 中島啓幾

⑱ 出 願 昭57(1982)6月 1 日

川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

⑲ 発 明 者 佐脇一平

川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

⑳ 出 願 人 富士通株式会社

川崎市中原区上小田中1015番地

㉑ 発 明 者 清野實

㉒ 代 理 人 弁理士 松岡宏四郎

明 細 書

1. 発明の名称 導波路形成方法

2. 特許請求の範囲

(1) リチウムナイオベート ( $\text{LiNbO}_3$ ) 基板上に  
所望形状の拡散源膜と少くとも該拡散源膜を被覆  
するバッファ用絶縁膜を形成する工程と該基板を  
熱処理して拡散源を  $\text{LiNbO}_3$  基板に拡散させ導波  
路を形成することを特徴とする導波路形成方法。

(2) 上記拡散源膜がチタン ( $\text{Ti}$ ) もしくは酸化  
チタン ( $\text{TiO}_2$ ) 膜である特許請求の範囲第 1 項記  
載の導波路形成方法。

(3) 上記絶縁膜の屈折率が拡散導波路の屈折率  
より小であることを特徴とする特許請求の範囲第  
1 項記載の導波路形成方法。

3. 発明の詳細な説明

(1) 発明の技術分野

本発明は  $\text{LiNbO}_3$  基板を用いる光導波路の形  
成方法に関する。

(2) 技術の背景

1969年、Miller によって提案された光

集積回路 (Integrated Optics) の概念に刺激さ  
れ進展した光導波路技術は、これまでの結晶材料  
のもつ特性を十分に生かす技術的突破口となり、  
 $\text{LiNbO}_3$ 、 $\text{LiTaO}_3$  単結晶の光学的性質 (主に屈折  
率) を変える結晶処理技術の開発研究が精力的に  
なされた。その結果、結晶表面の屈折率を大きく  
して光導波路を形成する技術が確立された。その  
一つは  $\text{Li}_2\text{O}$  の out-diffusion や  $\text{Ti}$  イオンの in-  
diffusion や  $\text{Ti}$  イオンの in-diffusion など熱  
拡散法であり、他の一つはエピタキシャル成長に  
よる単結晶薄膜作製法である。熱拡散法、特に  $\text{Ti}$   
拡散法は、手法の容易さと微細パターン化技術を  
利用しての 3 次元光導波路が得られることから、  
方向性結合形光スイッチや双安定光機能素子とい  
った新しい有効なデバイスを生んだ。

(3) 従来技術と問題点

$\text{LiNbO}_3$  拡散導波路では、電気光学効果を用  
いるための有効電界は用いる  $\text{LiNbO}_3$  基板により  
異なり、またそれによって屈折率が有効に変化す  
るモードも異なる。すなわち Y カット基板の場合、

基板表面に電界成分が水平なTEモード光の屈折率が大きく変化し、Zカット基板の場合垂直方向のTMモード光の屈折率が大きく変化する。

しかしながら電極が導波路上に形成されるとTMモードは損失が大きくなる。またこれを防ぐためには $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ などのバッファ層を新たに形成する必要があった。

#### (4) 発明の目的

本発明は $\text{LiNbO}_3$ 基板にTiあるいは $\text{TiO}_2$ パターンを拡散して導波路を形成する際Tiあるいは $\text{TiO}_2$ 上に $\text{SiO}_2$ や $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ などの被覆膜を同時に形成する工程の簡単な導波路形成法を提供することを目的とする。

#### (5) 発明の構成

本発明はリチウム・イオバート( $\text{LiNbO}_3$ )基板の上に拡散源膜、バッファ用絶縁膜を順次形成する工程、ホットエッチングで該バッファ用絶縁膜と該拡散源膜を所望形状にパターンニングする工程、該基板を熱処理して拡散源を $\text{LiNbO}_3$ 基板に拡散させ導波路を形成する工程を有することを特徴と

に、電気光学効果を有効に利用する上で効果がある。

なお、本実施例では、 $\text{LiNbO}_3$ 基板上にTi膜、 $\text{SiO}_2$ 膜を順次形成した後、フォトリソでパターンニングする工程を説明したが、第2図のように $\text{LiNbO}_3$ 基板上にTi膜2形成後(第2図(a))フォトリソで所望形状にパターンニングした後(第2図(b))、基板上全面に $\text{SiO}_2$ 膜3を形成した(第2図(c))後、熱処理して拡散導波路を形成しても良い。この場合には $\text{SiO}_2$ 膜が $\text{LiNbO}_3$ 基板全面に形成されているので、 $\text{SiO}_2$ 膜が不純物混入、基板からの $\text{Li}_2\text{O}$ の外部拡散を遮蔽する効果を有し導波路の特性向上に寄与する。

本実施例で拡散源としてTi膜を用いたが $\text{TiO}_2$ 膜を用いることができる。バッファ用絶縁膜としては拡散導波路より屈折率の低い $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 等の絶縁膜を用いることができる。

#### (7) 発明の効果

本発明により熱拡散の際、Tiもしくは $\text{TiO}_2$ パターンがはくりするのを防ぐことができる。ま

導波路形成方法を提供するものである。

#### (6) 発明の実施例

以下に図を用いて本発明実施例を説明する。

第1図に示すように $\text{LiNbO}_3$ 基板1上にTi膜2をスパッタリングなどの方法で3000~10000Å形成し(a)、さらにその上に $\text{SiO}_2$ 膜3を10000~20000Å程度形成する(b)、しかる後に $\text{LiNbO}_3/\text{Ti}/\text{SiO}_2$ 基板上に所望形状のレジストパターンを形成し、レジスト膜をマスクとしてエッチングしてTi/ $\text{SiO}_2$ のパターニングを行なう(c)。レジスト層除去後基板を例えば1040°C、5H空气中で熱処理してTiを $\text{LiNbO}_3$ 基板に拡散させ導波路を形成する。さらに必要に応じてAl電極を形成する。

以上のようにして形成した導波路は熱処理中にTiパターンの剥離が起こらず、良好な特性が得られる。また電極を形成した場合はその電極と導波路との間に導波路よりも屈折率の低いバッファ用絶縁膜が存在するため、本来電極によって吸収されるTMモード光の損失を減少させることができる。これは特にZ-cut  $\text{LiNbO}_3$ 基板を用いた場合

た拡散の際の $\text{Li}_2\text{O}$ の外部拡散を防ぐことができる。

さらに、Z-cut  $\text{LiNbO}_3$ の場合、導波路形成後バッファ層を形成する必要がない。

#### 4. 図面の簡単な説明

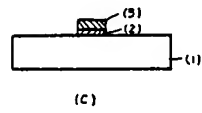
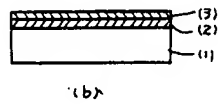
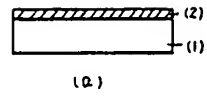
第1図、第2図は本発明方法の工程断面図である。

1:  $\text{LiNbO}_3$ 基板、2: 拡散源、3: 絶縁膜。

代理人 弁理士 松岡 宏四郎



第1図



第2図

